



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110785210 A

(43)申请公布日 2020.02.11

(21)申请号 201880040648.8

(22)申请日 2018.06.19

(30)优先权数据

62/522,606 2017.06.20 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.12.18

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/038180 2018.06.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/236799 EN 2018.12.27

(71)申请人 蝴蝶网络有限公司

地址 美国康涅狄格州

(72)发明人 阿曼迪普·辛格 陈凯亮

泰勒·S·拉尔斯顿

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 高岩 杨林森

(51)Int.Cl.

A61N 7/00(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

G01S 7/282(2006.01)

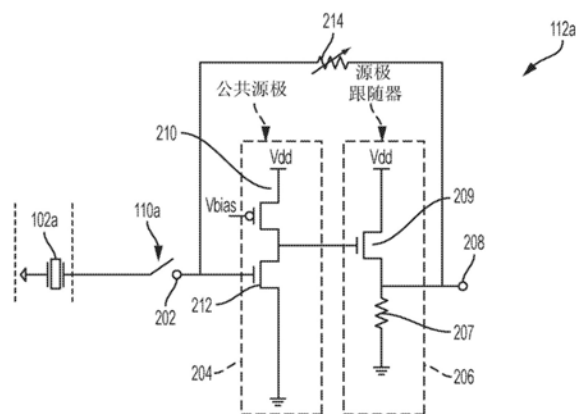
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

用于超声装置的单端跨阻放大器(TIA)

(57)摘要

描述了一种包括单端跨阻放大器(TIA)的超声电路。TIA耦接至超声换能器以响应于接收到超声信号而对由超声换能器生成的电信号进行放大。TIA继之以另外的处理电路,所述另外的处理电路被配置成对由TIA产生的信号进行滤波、放大和数字化。



1. 一种超声装置,包括:
超声换能器;
单端跨阻放大器 (TIA),所述单端跨阻放大器具有耦接至所述超声换能器的输入端,并且被配置成接收和放大来自所述超声换能器的模拟电信号。
2. 根据权利要求1所述的超声装置,还包括耦接在所述超声换能器与所述单端TIA的所述输入端之间的开关。
3. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述超声换能器是第一超声换能器并且所述单端TIA是第一单端TIA,并且其中,所述超声装置包括:多个超声换能器,所述多个超声换能器包括所述第一超声换能器;以及耦接至相应的超声换能器的多个相应的单端TIA,所述多个相应的单端TIA包括所述第一单端TIA,其中,所述超声装置还包括求平均电路,所述求平均电路具有耦接至所述多个相应的单端TIA的输入。
4. 根据权利要求3所述的超声装置,还包括滤波器和时间增益补偿 (TGC) 电路,所述滤波器电耦接在所述求平均电路与所述TGC电路之间。
5. 根据权利要求4所述的超声装置,还包括耦接至所述TGC电路的输出端的模数转换器 (ADC)。
6. 根据权利要求5所述的超声装置,还包括ADC驱动器,所述ADC驱动器耦接至所述ADC并且被配置成驱动所述ADC,所述ADC驱动器包括折叠式共源共栅超级源极跟随器。
7. 根据权利要求5所述的超声装置,其中,所述多个相应的单端TIA被配置成呈现第一电压摆幅,并且其中,所述TGC电路被配置成呈现大于所述第一电压摆幅的第二电压摆幅。
8. 根据权利要求7所述的超声装置,其中,所述第二电压在所述第一电压摆幅的1.5倍至所述第一电压摆幅的五倍大之间。
9. 根据权利要求7所述的超声装置,其中,所述求平均电路和所述滤波器被配置成呈现小于所述第二电压摆幅的电压摆幅。
10. 根据权利要求9所述的超声装置,其中,所述求平均电路和所述滤波器被配置成呈现所述第一电压摆幅。
11. 根据权利要求7所述的超声装置,其中,所述多个超声换能器、所述多个相应的单端TIA、所述滤波器和所述TGC电路形成在单个基板上。
12. 根据权利要求11所述的超声装置,其中,所述多个超声换能器是电容式微机械超声换能器 (CMUT)。
13. 根据权利要求1所述的超声装置,其中,所述单端TIA包括与源极跟随器耦接的公共源极电路。
14. 一种超声电路,包括:
超声换能器;以及
多个模拟处理级,耦接至所述超声换能器的输出端,并且所述多个模拟处理级包括一个模拟处理级,所述一个模拟处理级被配置成与所述多个模拟处理级中的其他模拟处理级相比呈现更大的电压摆幅。
15. 根据权利要求14所述的超声电路,其中,被配置成呈现更大的电压摆幅的所述一个模拟处理级是时间增益补偿 (TGC) 电路。
16. 根据权利要求15所述的超声电路,其中,所述TGC电路是在模数转换器 (ADC) 之前的

最后模拟处理级。

17. 根据权利要求14所述的超声电路, 其中, 被配置成呈现更大的电压摆幅的所述一个模拟处理级是在模数转换器 (ADC) 之前的最后模拟处理级。

18. 根据权利要求14所述的超声电路, 其中, 所述多个模拟处理级包括单端跨阻放大器。

19. 根据权利要求14所述的超声电路, 还包括耦接至所述多个模拟处理级中的最后模拟处理级的模数转换器 (ADC) 和ADC驱动器, 所述ADC驱动器包括折叠式共源共栅超级源极跟随器。

20. 一种超声电路, 包括:

超声换能器;

放大器, 具有耦接至所述超声换能器的输入端; 以及

时间增益补偿 (TGC) 电路, 其中, 所述放大器电耦接在所述超声换能器与所述TGC电路之间, 并且

其中, 所述放大器被配置成呈现第一电压摆幅并且所述TGC电路被配置成呈现大于所述第一电压摆幅的第二电压摆幅。

21. 根据权利要求20所述的超声电路, 其中, 所述放大器是单端跨阻放大器 (TIA)。

22. 根据权利要求21所述的超声电路, 其中, 所述单端TIA包括与源极跟随器耦接的公共源极电路。

23. 根据权利要求20所述的超声电路, 还包括电耦接在所述TGC的下游的模数转换器 (ADC) 驱动器, 所述ADC驱动器包括折叠式共源共栅超级源极跟随器。

用于超声装置的单端跨阻放大器 (TIA)

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请根据35U.S.C. §119 (e) 要求于2017年6月20日提交的代理人案卷号为B1348.70047US00并且题为“SINGLE-ENDED TRANS-IMPEDANCE AMPLIFIER (TIA) FOR ULTRASOUND DEVICE”的美国临时专利申请序列第62/522,606号的权益,该专利申请的全部内容在此通过引用并入本文。

背景技术

技术领域

[0003] 本申请涉及具有用于放大所接收到的超声信号的放大器的超声装置。

[0004] 背景技术

[0005] 超声探头通常包括感测超声信号并且产生相应的电信号的一个或更多个超声传感器。在模拟域或数字域中对电信号进行处理。有时,根据经处理的电信号生成超声图像。

发明内容

[0006] 根据本申请的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括:超声传感器;以及单端跨阻放大器 (TIA),所述单端跨阻放大器耦接至超声传感器并且被配置成接收和放大来自超声传感器的输出信号。

[0007] 根据本申请的一方面,提供了一种超声装置,该超声装置包括:超声换能器;以及单端跨阻放大器 (TIA),单端跨阻放大器具有耦接至超声换能器的输入端,并且被配置成接收和放大来自超声换能器的模拟电信号。

[0008] 根据本申请的一方面,提供了一种超声电路,该超声电路包括:超声换能器;以及耦接至超声换能器的输出端的多个模拟处理级。多个模拟处理级包括一个模拟处理级,所述一个模拟处理级被配置成与多个模拟处理级中的其他模拟处理级相比呈现更大的电压摆幅 (voltage swing)。

[0009] 根据本申请的一方面,提供了一种超声电路,包括:超声换能器;放大器,具有耦接至超声换能器的输入端;以及时间增益补偿 (TGC) 电路。放大器电耦接在超声换能器与TGC电路之间。放大器被配置成呈现第一电压摆幅并且TGC电路被配置成呈现大于第一电压摆幅的第二电压摆幅。

附图说明

[0010] 将参照下面的附图来描述本申请的各个方面和实施方式。应当理解,附图不一定按比例绘制。出现在多个附图中的项在它们出现的所有附图中由相同的附图标记指示。

[0011] 图1是根据本申请的非限制性实施方式的包括用于放大超声信号的放大器的超声装置的框图。

[0012] 图2较详细地示出了根据本申请的非限制性实施方式的图1的耦接至图1的超声换

能器的放大器。

[0013] 图3示出了根据本申请的非限制性实施方式的其中示出了各个级的电压摆幅的包括单端TIA以及在TIA之后的多个模拟信号处理级的超声信号接收电路系统链。

[0014] 图4示出了根据本申请的非限制性实施方式的具有超级源极跟随器配置的模数转换器(ADC)驱动器。

[0015] 图5示出了在公共源极输入级与源极跟随器之间具有交流电(AC)耦合的单端TIA的非限制性示例。

[0016] 图6示出了具有将公共源极输入级耦合至源极的分压电路的单端TIA的非限制性示例。

[0017] 图7示出了具有输入晶体管的背栅电压控制的单端TIA的非限制性示例。

具体实施方式

[0018] 本申请的各方面涉及用于超声装置的放大电路系统。超声装置可以包括被配置成接收超声信号并产生电输出信号的一个或更多个超声换能器。因此,超声换能器可以被操作作为超声传感器。超声装置可以包括用于对电输出信号进行放大的一个或更多个放大器。在一些实施方式中,放大器可以是单端跨阻放大器(TIA)。

[0019] 根据本申请的一方面,模拟处理级(在本文中可替代地称为“块”或“部件”)可以在超声装置的单端TIA之后。模拟处理级可以执行各种模拟处理功能,例如,对由单端TIA产生的电信号进行滤波。在一些实施方式中,TIA和除了一个模拟处理级之外的所有模拟处理级都具有第一电压摆幅,并且表示最后模拟处理级的时间增益补偿级具有大于第一电压摆幅的第二电压摆幅。这样的配置可以有助于信号链中的单端TIA的使用,因此,这样的配置与如果实现差分或伪差分TIA的情况下的电力操作相比可以提供较低的电力操作。此外,因为消耗较少的电力来保持通过信号链的线性,所以可以降低信号处理链的电力。

[0020] 根据本申请的一方面,提供了一种超声电路,该超声电路包括超声换能器、多级模拟处理电路和模数转换器(ADC)。在一些实施方式中,多级模拟处理电路包括:以第一电压摆幅进行操作的多个处理级;以及以更大电压摆幅进行操作的时间增益补偿(TGC)级。以第一电压摆幅进行操作的多个处理级可以包括单端TIA。

[0021] 根据本申请的一方面,提供了一种对超声信号进行处理的方法。该方法包括:使用超声换能器来生成电信号;以及利用单端TIA对电信号进行放大。在一些实施方式中,提供了多个单端TIA,并且所述处理还包括:对由多个单端TIA提供的信号进行求平均;以及对平均信号进行滤波。可以使用提供第一电压摆幅的部件来执行对来自超声换能器的电信号进行放大,并且对来自单端TIA的信号进行平均并滤波。在一些实施方式中,该方法还包括在求平均和滤波之后并且在利用ADC将模拟信号转换为数字信号之前,对信号执行时间增益补偿(TGC)。可以使用提供比由先前模拟级提供的电压摆幅大的第二电压摆幅的TGC级来执行TGC。

[0022] 根据本申请的一方面,提供了一种用于对超声信号进行处理的电路。该电路可以包括:超声换能器,其响应于接收到超声信号而产生模拟电信号;模拟处理电路系统,其用于对模拟信号进行处理(例如,进行放大、滤波和补偿);以及ADC,其用于将模拟电信号转换为数字信号。用于ADC的ADC驱动器在至少一些实施方式中可以包括超级源极跟随器(super

source follower)。

[0023] 上面所描述的各方面和实施方式以及另外的方面和实施方式在下面进一步描述。这些方面和/或实施方式可以单独地使用、全部一起使用或者以两个或更多个的任意组合的形式使用,这是因为本申请在该方面不受限制。

[0024] 图1示出了根据本申请的非限制性实施方式的用于处理所接收到的超声信号的电路。电路100包括N个超声换能器102a……102n,其中,N为整数。超声换能器在一些实施方式中是产生表示所接收到的超声信号的电信号的传感器。超声换能器在一些实施方式中还可以发送超声信号。超声换能器在一些实施方式中可以是电容式微机械超声换能器(CMUT)。超声换能器在一些实施方式中可以是压电式微机械超声换能器(PMUT)。在其他实施方式中可以使用替选类型的超声换能器。

[0025] 电路100还包括N个电路系统通道104a……104n。电路系统通道可以对应于相应的超声换能器102a……102n。例如,可以存在八个超声换能器102a……102n和八个对应的电路系统通道104a……104n。在一些实施方式中,超声换能器102a……102n的数目可以大于电路系统通道的数目。

[0026] 电路系统通道104a……104n可以包括发送电路系统、接收电路系统或者发送电路系统和接收电路系统两者。发送电路系统可以包括耦接至相应的脉冲发生器108a……108n的发送解码器106a……106n。脉冲发生器108a……108n可以控制相应的超声换能器102a……102n以发射超声信号。

[0027] 电路系统通道104a……104n的接收电路系统可以接收从相应的超声换能器102a……102n输出的(模拟)电信号。在所示出的示例中,每个电路系统通道104a……104n包括相应的接收电路110a……110n和放大器112a……112n。可以控制接收电路110a……110n以激活/去激活从给定的超声换能器102a……102n读取电信号。合适的接收电路110a……110n的示例是开关。也就是说,在一个实施方式中接收电路是可控开关,所述可控开关在发送模式期间被切换成将超声换能器与接收电路系统断开并且在接收模式期间被切换成将超声换能器连接至接收电路系统。可以采用开关的替选方式来执行相同的功能。

[0028] 放大器112a……112n在一些实施方式中可以是输出放大的模拟信号的单端TIA。如将在下面进一步描述的,在一些实施方式中,放大器112a至112n中的一个或更多个——以及在一些实施方式中全部放大器112a至112n——可以包括公共源极子电路和源极跟随器。与使用替选放大器设计相比,使用单端TIA可以有助于电路100的低电力操作。

[0029] 电路100还包括求平均电路114,该求平均电路114在本文中也称为求和器或求和放大器。在一些实施方式中,求平均电路114为缓冲器或放大器。求平均电路114可以从一个或更多个放大器112a……112n接收输出信号并且可以提供平均输出信号。平均输出信号可以部分地通过将来自各种放大器112a……112n的信号相加或相减来形成。求平均电路114可以包括可变反馈电阻。可以基于求平均电路从放大器112a……112n接收到信号的数目来动态地调整可变反馈电阻的值。在一些实施方式中,可变电阻可以包括N个电阻设置。也就是说,可变电阻可以具有与电路系统通道104a……104n的数目对应的数目的电阻设置。因此,平均输出信号还可以部分地通过将所选择的电阻施加至在求平均电路114的输入端处接收到的组合信号来形成。

[0030] 求平均电路114耦接至自动调零块116,该自动调零块116在本文中也称为“DC块”。

自动调零块116可以对由求平均电路114提供的平均信号进行滤波并且因此在至少一些实施方式中可以被认为是滤波器。

[0031] 自动调零块116耦接至可编程增益放大器118,该可编程增益放大器118包括衰减器120和固定增益放大器122。可编程增益放大器118可以执行时间增益补偿(TGC),并且因此可以可替代地被称为TGC级或电路。在执行TGC时,可编程增益放大器118可以增加在由超声换能器接收超声信号期间提供的放大,因此对随时间的推移发生的信号的自然衰减进行补偿。

[0032] 可编程增益放大器118经由ADC驱动器124耦接至ADC 126。在所示出的示例中,ADC驱动器124包括第一ADC驱动器(first ADC driver) 125a和第二ADC驱动器(second ADC driver) 125b。ADC 126对来自求平均电路114的信号进行数字化。

[0033] 虽然图1示出了作为超声装置的电路的一部分的多个部件,但是应当理解,本文描述的各个方面不限于所示出的确切部件或部件的配置。例如,本申请的各方面涉及放大器112a……112n,并且电路100中的那些放大器的下游所示出的部件在一些实施方式中是可选的。

[0034] 图1的部件可以位于单个基板上或不同基板上。例如,如所示出的,超声换能器102a……102n可以在第一基板128a上并且其余的所示出的部件可以在第二基板128b上。第一基板和/或第二基板可以是诸如硅基板的半导体基板。在替选实施方式中,图1的部件可以在单个基板上。例如,超声换能器102a……102n和所示出的电路系统可以单片集成在同一管芯(例如诸如硅的半导体管芯)上。通过使用CMUT作为超声换能器可以有助于这样的集成。

[0035] 根据一个实施方式,图1的部件形成超声探头的一部分。超声探头可以是手持式的。在一些实施方式中,图1的部件形成被配置为由患者佩戴的超声贴片的一部分或者形成由患者吞服的超声药丸的一部分。

[0036] 如先前所描述的,本申请的各方面提供了一种用于超声装置的单端TIA。图2较详细地示出了图1的示出单端配置的放大器112a的非限制性示例。相同的配置可以用于图1的其他TIA 112n。

[0037] 放大器112a包括耦接至接收电路110a的输入端202,该输入端202在该非限制性实施方式中被示出为开关。因此,输入端202耦接至超声换能器102a以接收由超声换能器输出的电信号。

[0038] 放大器112a还包括公共源极子电路204(在本文中简称为“公共源极”)、源极跟随器206、反馈阻抗214和输出端208。公共源极204又包括在电力供应轨(power supply rail) Vdd与地(GND)之间的PMOS晶体管210和NMOS晶体管212。PMOS晶体管210表示电流源的非限制性示例,其中PMOS晶体管210的栅极被适当的偏置电压Vbias偏置。可以可替代地实现其他形式的电流源。NMOS晶体管212的栅极可以对应于被配置成接收由超声换能器102a输出的电信号的输入端202。源极跟随器206包括电阻器207和NMOS晶体管209,该NMOS晶体管209的栅极耦接至公共源极204的NMOS晶体管212的漏极。电阻器207用于所示出的非限制性实施方式中,但是可以可替代地实现其他形式的电流源。

[0039] 放大器112a还包括可编程反馈阻抗214,该可编程反馈阻抗214在该非限制性示例中示出为电阻器。在一些实施方式中,反馈阻抗可以包括并联的电阻器和电容器,电阻器和

电容器的一者或两者可以是可变的。反馈阻抗确定跨阻放大器的跨阻增益,使得输入电流信号可以被转换为幅度变化的输出电压。反馈阻抗214可以在操作之前被编程,并且在操作期间保持静态。因此,在至少一些实施方式中,反馈阻抗可以被认为是可编程的静态反馈阻抗。

[0040] 从如图1所示出的超声信号链中的单端TIA的使用实现的电力节省量可以是显著的。例如,在电路100中,放大器112a……112n会消耗相对大量的电力。在一些实施方式中,放大器112a……112n与电路100的任何其他部件相比会消耗较大的电力。因此,降低放大器112a……112n的电力消耗可以提供电路100的电力的显著降低。对于单TIA,使用单端TIA可以将TIA级的电力消耗降低一半或更多。因此,与不是单端的TIA设计相比,由N个TIA产生的这样的电力节省的倍增将是意义重大的。

[0041] 虽然图2示出了根据本申请的各个方面的单端TIA的示例,但是应当理解,可以是可替代实现方式。例如,虽然图2示出了NMOS晶体管和PMOS晶体管的使用,但是可以使用不同的晶体管技术(例如,双极结型晶体管技术)。此外,虽然图2示出了NMOS公共源极和NMOS源极跟随器,但是可以可替代地实现PMOS公共源极和PMOS源极跟随器。此外,除了由源极跟随器继之以公共源极之外可以使用不同的电路配置。图5至图7示出了各种非限制性的替代配置。

[0042] 图5示出了在公共源极输入级与源极跟随器之间具有交流电(AC)耦合的单端TIA的非限制性示例。TIA 500连接至超声换能器102a并且TIA 500包括晶体管502、504、506、508、510和512、开关SW1、SW2、SW3和SW4、电容器C1以及可变反馈阻抗514。

[0043] TIA 500包括公共源极输入级。公共源极输入级包括晶体管502、504、506和508。晶体管504和506被配置成共源共栅,并且分别接收共源共栅偏置信号 V_{casN} 和 V_{casP} 。晶体管508是被配置成接收偏置电压 V_{bias1} 的偏置晶体管。

[0044] TIA 500还包括由晶体管510表示的源极跟随器。偏置晶体管512耦接至源极跟随器并且接收偏置电压 V_{bias2} 。

[0045] TIA 500包括在公共源极输入级与源极跟随器之间的AC耦合。通过耦接至电容器C1的相对板的开关SW2和SW3来提供AC耦合。在一些实施方式中,开关SW1、SW2、SW3和SW4被如下操作。开关SW1可以是接收开关,该接收开关在接收事件的持续时间内闭合,并且当超声装置以发送模式进行操作时断开。在接收事件开始之前,SW2和SW4接通以对跨电容器C1两端的电压进行预充电或复位。在接收时段期间,并且在至少一些实施方式中在包括所有目标成像深度处接收的持续时间的整个接收时段期间,SW2和SW4关断且SW3接通,并且电容器C1静态地保留来自预充电阶段的电荷。电容器C1在该时段期间是浮动的,并且在该时段期间跨电容器C1两端的电压使得 $V_x = V_{dd}/2$ 。

[0046] 可变反馈阻抗514可以是与前文描述的可变反馈阻抗214相同的类型,或者是任何其他合适的反馈阻抗。

[0047] TIA 500可以提供各种益处。例如,源极跟随器栅极节点(在晶体管510的栅极处的节点)不限制TIA的摆动。电容器C1使得源极跟随器的栅极节点能够在 V_{dd} 以上摆动。与其他两级运算放大器设计相比,TIA 500也呈现较小的噪声。

[0048] 图6示出了关于图5的缺少AC耦合电容器C1的单端TIA 500的变型。图6的TIA 600包括图5的公共源极输入级和源极跟随器,但是缺少电容器C1,并且替代地包括电流泄放电

路(在本文中也称为“分压电路(bleeder circuit)”),该电流分压电路包括晶体管606和608,晶体管606和608可以被认为是电流泄放晶体管。提供反馈电路604以控制分压电路。反馈电路604接收 V_x 和 $V_{dd}/2$ 作为输入并且向分压电路提供控制信号 V_P 和 V_N 以控制如所示出的晶体管606和608。在所示出的配置中,电压 V_x 可以基本在 $V_{dd}/2$ 处居中。根据图6应当理解,本申请的实施方式提供了一种包括信号接收电路系统链的超声装置,该信号接收电路系统链包括具有通过分压电路耦接至源极跟随器的公共源极输入级的单端TIA。此外,虽然图6示出了包括两个电流泄放晶体管的分压电路,但是替选方案是仅使用一个这样的晶体管606或608。当仅提供正侧电流泄放晶体管或负侧电流泄放晶体管时,反馈电路604可以被简化成仅提供 V_P 或 V_N 中之一。

[0049] 图7示出了如可以在超声装置中使用的单端TIA的另外的非限制性示例。在图7的示例中,单端TIA 700呈现对晶体管502的背栅控制。TIA 700不使用AC耦接电容器或分压电路。TIA 700包括TIA 500和TIA 600的公共源极输入级和源极跟随器。提供了对输入公共源极NMOS晶体管502的背栅控制。

[0050] 晶体管502的背栅电压可以由正的可编程电压控制,以将背栅电压 V_{back} 基本上保持大于0V在供应轨之间的正电压处而不超过一个二极管导通电压。TIA 700还包括被配置成接收 V_x 和 $V_{dd}/2$ 并且提供电压 V_{back} 的反馈电路702。背栅反馈控制电路702的构造取决于正在提供的是正的背栅控制还是负的背栅控制。在一些实施方式中,当TIA 700被配置成提供正的背栅电压时, V_{back} 可以基本上保持在大于0V。与之相对,当TIA 700被配置成提供负的背栅电压时,电路可以包括负的电力供应以提供负电压,或者反馈电路702可以包括电荷泵以有助于将 V_{back} 保持在小于0V。在这样的情况下,可以实施任何合适的电荷泵。在一些实施方式中,可以包括可选的浮动电容器以向背栅提供电压,并且在这样的实施方式中反馈电路702可以在接收时段期间断开,其中背栅电压 V_{back} 由浮动电容器提供。

[0051] 根据图7应当理解,本申请的实施方式提供了一种包括信号接收电路系统链的超声装置,该信号接收电路系统链包括具有对TIA的输入晶体管的背栅电压控制的单端TIA。

[0052] 在一些实施方式中,超声装置的信号接收电路系统链可以包括单端TIA继之以差分电路系统,诸如差分放大器、求平均电路、滤波器或其他电路系统。在这样的情况下,单端TIA可以与被配置成针对信号接收电路系统链的下游级生成伪差分输入信号的复制电路进行组合。在至少一些这样的实施方式中,复制电路可以与相应的单端TIA基本相同但缺少可变反馈阻抗514并且被配置成产生直流(DC)输出信号。以这种方式,TIA可以产生与超声换能器的输出对应的可变输出信号并且复制电路可以生成DC输出,其中这两个输出向信号接收电路系统链中的下游差分电路系统形成伪差分输入信号。一个例外的情况是具有分压电路的电路配置,对于该电路配置,复制电路仍包括与单端TIA相同的可变反馈阻抗。

[0053] 根据本申请的一方面,超声信号接收链包括多个模拟信号处理级,其中至少两个级在它们提供的电压摆幅中不同。在一些实施方式中,在ADC之前的级提供与上游(或先前)模拟处理级不同的电压摆幅。在一些实施方式中,在ADC之前的级与上游(或先前)级相比提供更大的电压摆幅。以这种方式,通过在从模拟信号至数字信号的转换之前的最后级提供期望的输出电压摆幅,可以降低信号链的电力。

[0054] 图3示出了一种包括单端TIA以及在TIA之后的多个模拟信号处理级的超声信号接收电路系统链,并且可以表示图1的相应信号处理级的通用形式。所示出的超声信号接收电

路系统链包括八个TIA 312、求平均电路314、DC块(或滤波器)级316、时间增益补偿级318以及ADC驱动器和ADC级320。虽然示出了八个TIA 312,但是可以包括任意合适的数目。

[0055] 在图3的非限制性示例中,所示出的模拟信号处理级提供了所示出的电压摆幅。特别地,TIA 312、求平均电路314和DC块级316均提供如由竖直指示的双端箭头所指示的输出电压摆幅V1。与之相对,TGC级318提供了输出电压摆幅V2。在至少一些实施方式中,V2可以大于V1。例如,V2可以在V1的1.5倍至V1的五倍大之间,包括该范围内的任意值和任意范围。作为非限制性示例,V1可以在0.2伏与0.7伏之间(例如0.5伏),而V2可以在V1的1.5倍至V1的五倍大之间(例如,V1的两倍、三倍或四倍)。

[0056] 以较低的电压摆幅V1对TIA 312、求平均电路314和DC块级316进行操作可以降低由这些级消耗的电力。低摆幅运算放大器(op-amps)与具有更大摆幅的运算放大器相比通常消耗较少的电力。信号链的期望输出电压摆幅可以对应于V2,并且因此可以由TGC级318提供,该TGC级318在至少一些实施方式中是紧接在ADC驱动器和ADC之前的模拟信号处理级。因此,在一些实施方式中,模拟信号处理链中除了最后级之外的所有级与最后级相比具有较低的输出电压摆幅,从而使得在具有较低输出电压摆幅的级中能够节省电力。

[0057] 在一些实施方式中,利用TGC级318提供更大的电压摆幅V2可以使得从TIA 312能够提供较低的增益,并且因此节省了TIA 312的电力。例如,TIA的增益在一些实施方式中可以小于100dB,以及TGC的增益在一些实施方式中可以在5dB与30dB之间。因为列出的这些增益是非限制性示例,所以可以实现其他增益。

[0058] 虽然图3示出了提供输出电压摆幅V1的多个级,但是备选实施方式提供了其中在TGC级之前的级具有不均匀的输出电压摆幅的配置。例如,TIA 312、求平均电路314和DC块级316可以提供彼此不同的电压摆幅,但是在至少一些实施方式中可以全部提供比TGC级318低的输出电压摆幅。因此,在一些实施方式中,在时间增益补偿级之前的至少一个模拟处理级与TGC级相比提供较低输出电压摆幅。

[0059] 根据本申请的一方面,超声信号接收电路系统链包括ADC和ADC驱动器,并且ADC驱动器包括超级源极跟随器。图4示出了根据本申请的非限制性实施方式的具有折叠式共源共栅超级源极跟随器配置的ADC驱动器。ADC驱动器400可以用作图1和图3的电路中的ADC驱动器以及其他可能的实现方式中的ADC驱动器。

[0060] ADC驱动器400包括输入端402,该输入端402被配置成接收诸如由TGC级例如图3的TGC级318产生的输出的输入信号。输入端402可以对应于NMOS晶体管404的栅极(或控制端子)。ADC驱动器400的输出可以取自晶体管404的源极。晶体管404耦接至晶体管406。

[0061] ADC驱动器400还包括电流源 I_1 和 I_2 、电阻器R、电容器C和晶体管408。电阻器R和电容器C可以提供补偿以确保用于环路的足够的相位裕度并且可以具有用于确保用于环路的足够的相位裕度的任何合适的值。共源共栅可以利用电压 V_B 进行偏置。所示出的ADC驱动器结构可以通过使用反馈来提供相对低的输出阻抗,而折叠式共源共栅结构可以允许高输出电压摆幅。以这种方式,在保持输出电压摆幅的同时,可以以相对小的偏置电流来实现与源极跟随器相关联的相同输出电阻。因此,与其他配置相比,ADC驱动器可以消耗相对少的电力。

[0062] 在至少一些实施方式中,使用超级源极跟随器作为ADC驱动器有助于显著降低ADC驱动器电力。超级源极跟随器通过负反馈而不是通过增加电流来降低输出阻抗,但是这样

做的代价是支持较小的摆幅。根据本文所描述的实施方式的折叠式共源共栅超级源极跟随器在降低实现给定输出阻抗所需的电力消耗方面呈现超级源极跟随器的优点,但是与不具有折叠式共源共栅结构的超级源极跟随器相比,还允许更大的摆幅。

[0063] 图4的ADC驱动器可以与各种类型的ADC一起使用。作为示例,所示出的ADC驱动器可以与逐次逼近寄存器型(SAR)ADC一起使用。所示出的ADC驱动器与SAR ADC的组合可以提供与高输出电压摆幅耦接的低电力操作。

[0064] 因此已经描述了本申请的技术的若干方面和实施方式,应当理解,本领域普通技术人员将易于想到各种改变、修改和改进。这样的改变、修改和改进旨在落入本申请中所描述的技术的精神和范围内。因此,应当理解,前述实施方式仅通过示例方式呈现,并且在所附权利要求及其等同内容的范围内可以以不同于具体描述的方式实践发明性实施方式。

[0065] 如所描述的,一些方面可以被实施为一种或更多种方法。作为方法的一部分被执行的动作可以以任何适当的方式来排序。因此,实施方式可以被构造成其中以与所示出的顺序不同的顺序来执行动作,即使在说明性实施方式中被示出为顺序动作,其也可以包括同时执行一些动作。

[0066] 如本文所定义和使用的所有定义应当被理解为涵盖词典定义,通过引用并入的文献中的定义和/或所定义的术语的普通含义。

[0067] 如本文在说明书和权利要求书中使用的短语“和/或”应当理解为意指如此结合的元件中的“一者或两者”,即,在一些情况下结合地存在并且在其他情况下分开地存在的元件。

[0068] 如本文在说明书中和权利要求书中所使用的,在提及一个或多个要素的列表时,短语“至少一个”应当被理解为意指选自要素列表中的任意一个或多个要素的至少一个要素,但是不一定包括要素列表内具体列出的每个要素中至少之一,并且不排除要素列表中的要素的任意组合。

[0069] 如本文所使用的,除非另有说明,否则在数值语境下使用的术语“在……之间”是包括性的。例如,除非另有说明,否则“在A与B之间”包括A和B。

[0070] 在权利要求书中以及上述说明书中,所有过渡短语例如“包含”、“包括”、“携带”、“具有”、“含有”、“涉及”、“持有”、“由……构成”等应当被理解为是开放式的,即意指包括但不限于。仅过渡短语“由……组成”和“基本上由……组成”分别应当是封闭式或半封闭式的过渡短语。

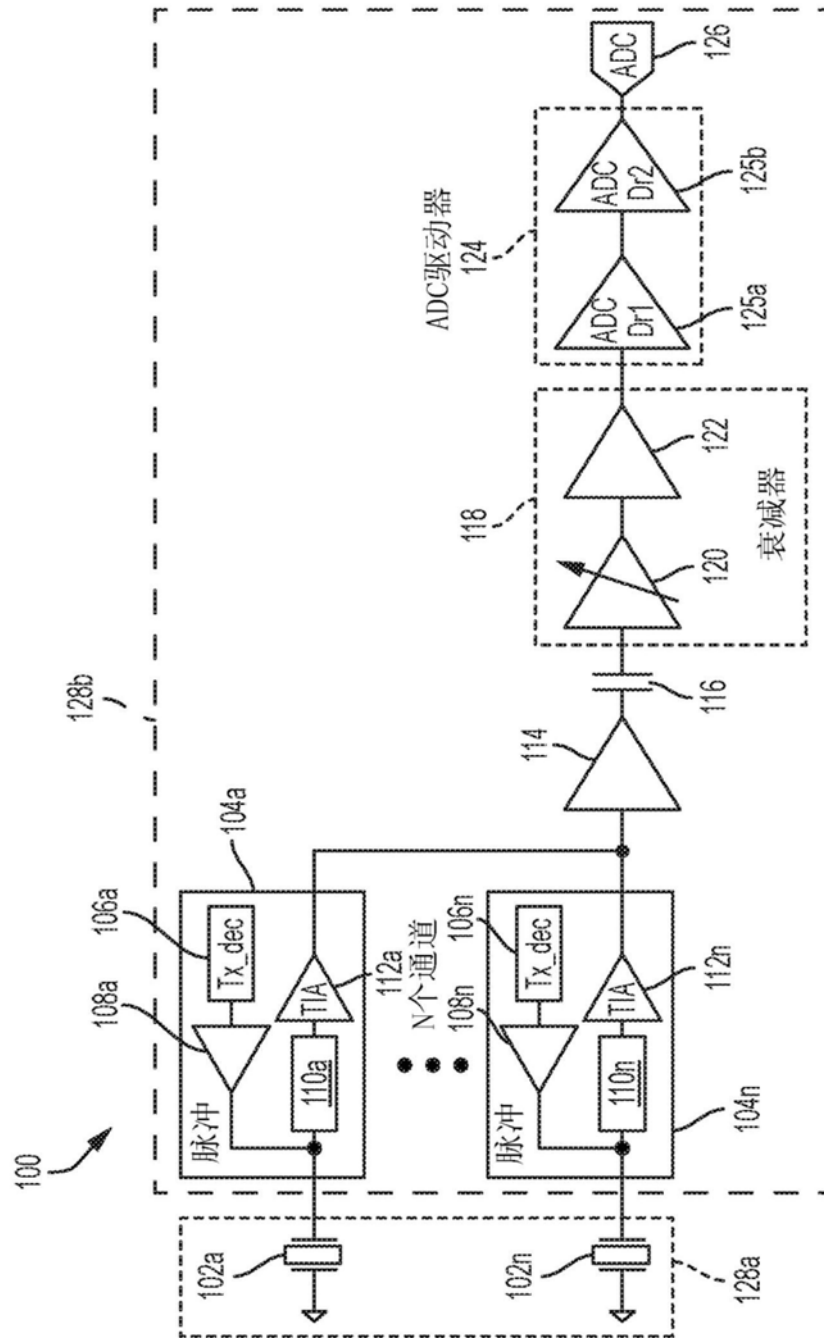


图1

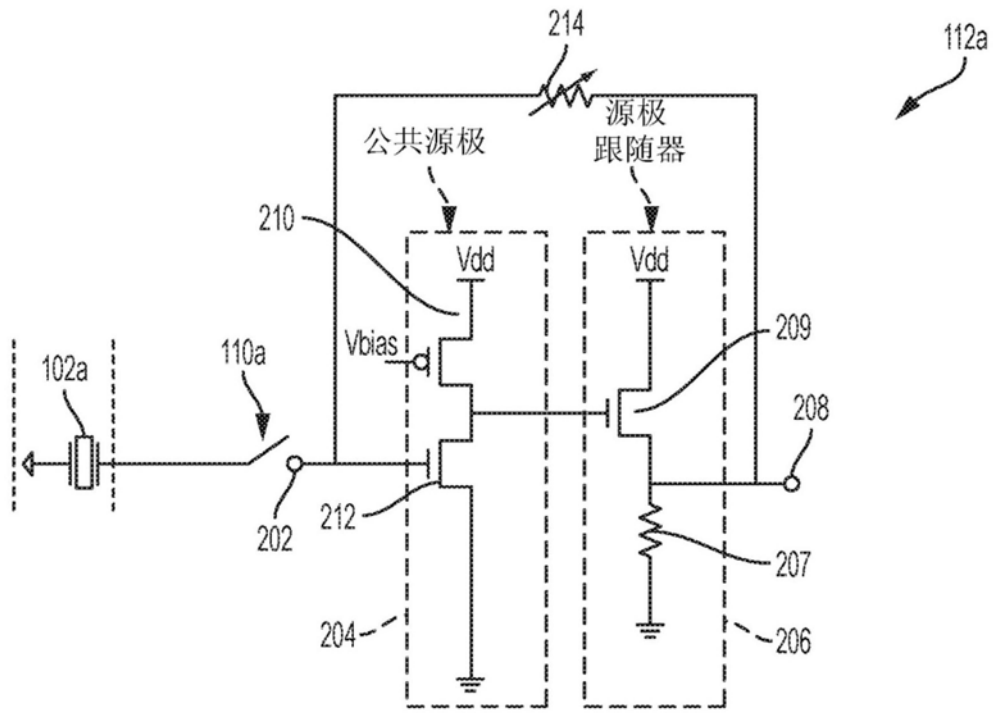


图2

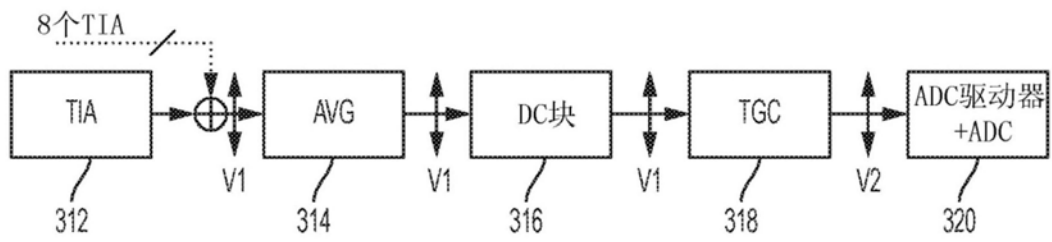


图3

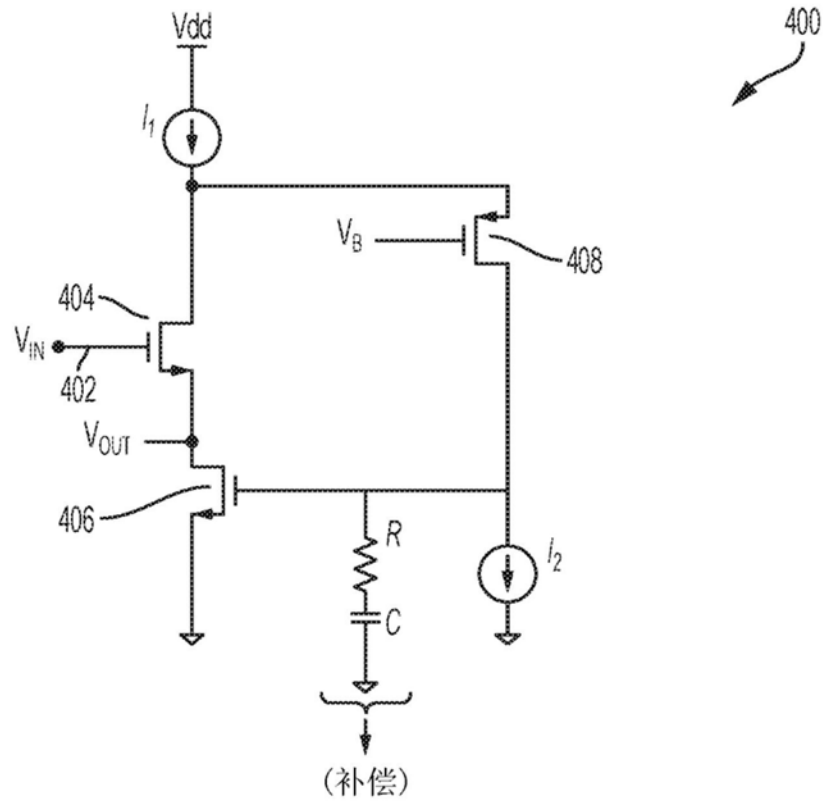


图4

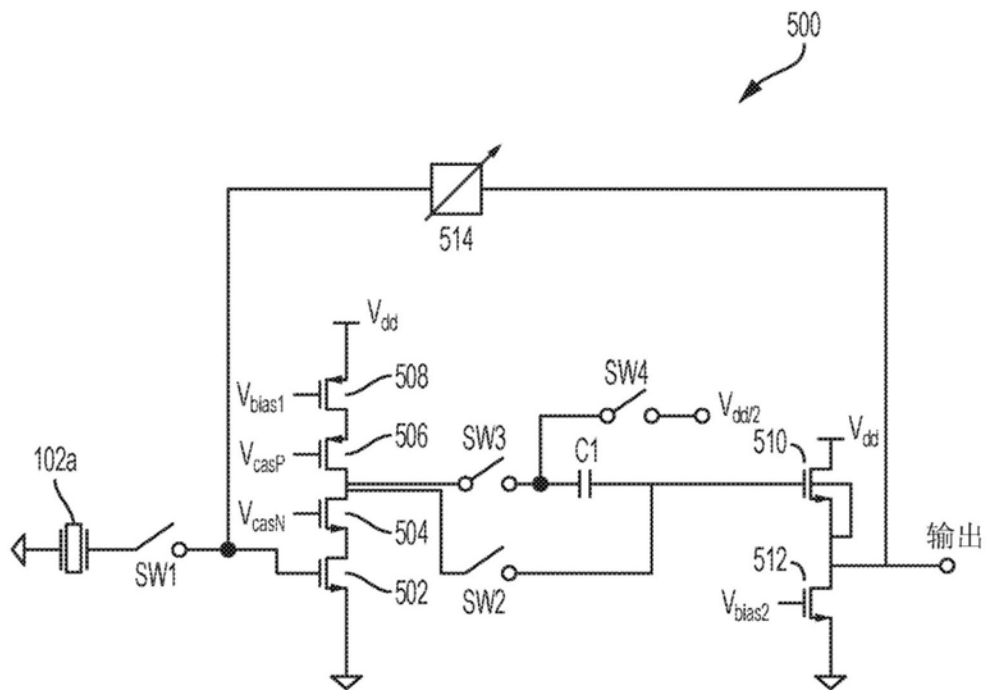


图5

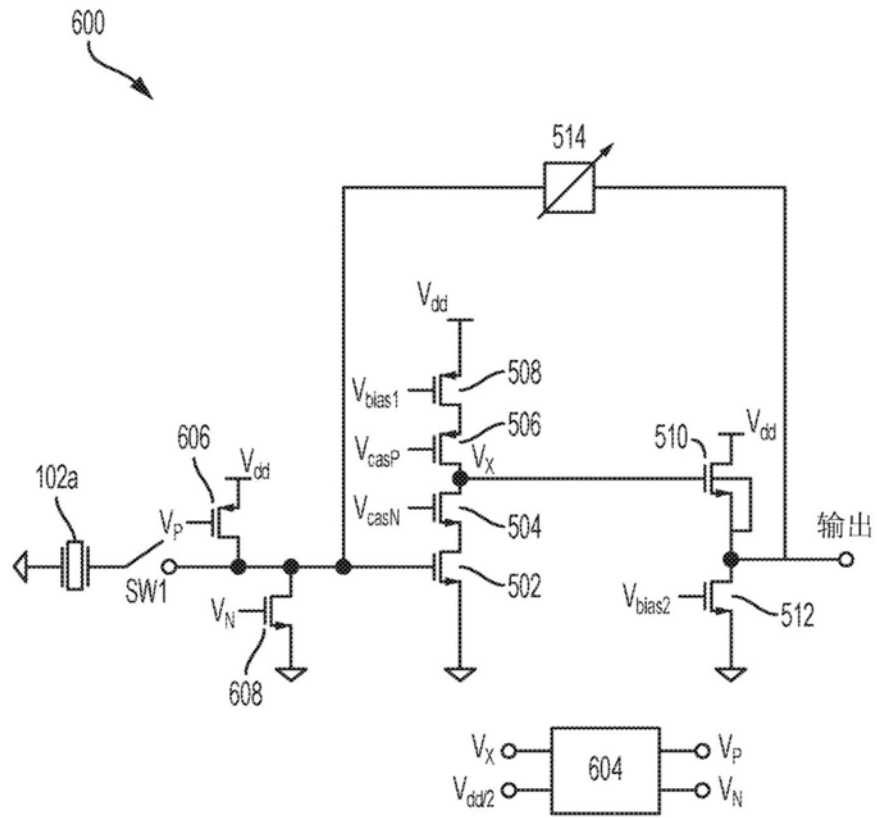


图6

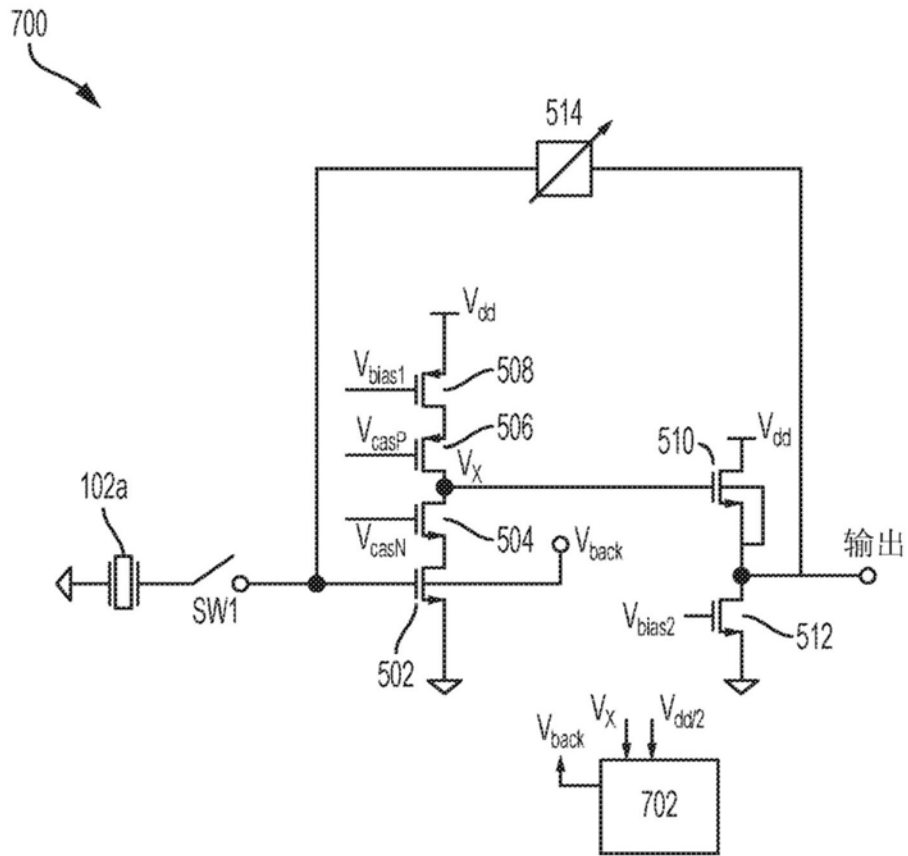


图7

专利名称(译)	用于超声装置的单端跨阻放大器(TIA)		
公开(公告)号	CN110785210A	公开(公告)日	2020-02-11
申请号	CN201880040648.8	申请日	2018-06-19
[标]申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	蝴蝶网络有限公司		
[标]发明人	陈凯亮 泰勒S拉尔斯顿		
发明人	阿曼迪普·辛格 陈凯亮 泰勒·S·拉尔斯顿		
IPC分类号	A61N7/00 A61B8/00 G01S7/282		
CPC分类号	G01N29/2406 G01N29/44 G01N29/4463 G01N29/449 H03F3/345 H03F2200/129 H03M1/124 H03M1/38 H03F3/45179 H03F2203/45116 H03F2203/45524		
代理人(译)	高岩 杨林森		
优先权	62/522606 2017-06-20 US		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

描述了一种包括单端跨阻放大器(TIA)的超声电路。TIA耦接至超声换能器以响应于接收到超声信号而对由超声换能器生成的电信号进行放大。TIA继之以另外的处理电路，所述另外的处理电路被配置成对由TIA产生的信号进行滤波、放大和数字化。

